

만경강 하구역에 분포하는 수종 염생식물의 군집유지기작에 관한 연구

Studies on the Community maintenance Mechanism of five
Halophytes on the distribution in Mankyung River Estuary

김창환¹, 조두성², 이경보³

익산대학 녹지조경학과¹, 군산대학교 생물학과², 작물과학원 호남농업연구소³

ABSTRACT

The five halophytes was investigated on the maintenance community mechanism in the Mankyung river estuary salt marsh from Feb. 2005 to Sep

This study showed in the germination period, maximum germination rate, the standing biomass, length growth of stem and root in the five halophytes(*Suaeda japonica*, *Salicornia herbacda*, *Aster tripolium*, *Atriplex gmelini* and *Suaeda asparagoides*).

These result suggested that maintenance mechanism of halphytes, *Suaeda japonica* was distributed in the low tidal marsh, *Salicornia herbacda*, *Aster tripolium*, *Atriplex gmelini* in the mid tidal marsh and *Suaeda asparagoides* in the high tidal marsh.

요 약

2005년 2월부터 9월까지 만경강하구역 염습지에 있는 5종 염생식물의 군집유지기작에 대하여 조사하였다.

이 연구는 5종 염생식물(칠면초, 통통마디, 갯개미취, 가는갯능쟁이, 나문재)의 발아기, 최대 발아률, 생물량, 줄기와 뿌리 길이생장에 대하여 설명하였다.

연구결과 염생식물 군집 유지기작은 저위염습지에 칠면초, 중위염습지에 통통마디, 갯개미취, 가는갯능쟁이 그리고 고위염습지에 나문재가 분포하는 것으로 사료된다

(칠면초는 정기적인 조수작용으로 수분공급이 원활한 저위염습지에, 통통마디는 부정기적인 조수작용으로 고염분 토양의 중위염습지에서, 나문재는 정기적인 수분공급이 적은 고위염습지에, 이들中间的 중위염습지에는 갯개미취와 가는갯능쟁이가 군집을 유지하는 것으로 사료된다)

I. 서 론

우리나라 서해안은 조수간만의 차가 크고 경사가 완만하여 방대한 염습지가 형성되어 육상으로부터 해양으로 이행되는 추이대로서 지표수나 지하수의 충전, 토양침식과 침전의 조절, 오염물질의 정화 등의 기능 뿐만 아니라 영양염류의 저장과 공급지로서 다양한 생물의 생육지로서 그 중요성은 매우 크다

이러한 생태계는 육상과 해양으로부터 풍부한 무기와 유기 영양염류가 공급되기 때문에 지구상에 존재하는 생태계 유형 중 생산성이 가장 높은 곳으로, 이 곳에 분포하는 염생식물 군락은 높은 1차 생산자로서 방목 먹이사슬과 부니질 먹이 사슬을 통하여 많은 종류의 종속영양생물 등을 부양하고 육상과 해양 생태계간 또는 해안 염습지간 연결망 역할을 통하여 생물의 종다양성을 증가시켜 줄 뿐만 아니라 해안 염습지간 생물의 이동 통로 및 서식처나 피신처의 기능을 하고 있다.

염생식물(halophyte)은 해안지역의 주기적인 해수의 영향을 받아 토양 염분 농도가 높은 해안성 염습지(Chapman, 1960)와 조수의 영향은 없고 건조한 지역인 내륙성 염습지에 생육하는 것으로 알려졌다(Ungar, 1974) 또한 이들은 염분이 있는 토양에 생육하는 특성을 나타내며, 소수의 종으로 구성된 군락은 뚜렷한 대상 구조(Zonation)를 이루고 있다(Adams, 1963).

해안 염습지에 분포하는 염생식물에 미치는 환경요인은 물리적 요인(Ranwell, 1972; Vince and Snow, 1984)으로서 토양의 염도, 해수의 침수시간 및 횡수, 토성, 지하수위 등과 생물학적 요인(Misra, 1938; Buttery & Lambert, 1965; Grace & Wetzel, 1981)으로서 염생식물의 분포 중간 상호관계에 의한 영향, 그리고 생태학적 요인(Snow and Vince, 1984)으로서 복잡한 물리적 환경요인 등이 있다.

식물의 생리적 내성 범위는 생태적 내성 범위보다 넓어서 중복되므로 종 분포를 생태적 적응 능력인 발아, 정착 및 공간 점유와 같은 생태적 적응으로 구분(Snow & Vince, 1984)하였다.

따라서 본 조사는 해안 염습지에 분포하는 염생식물인 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취 그리고 나문재 등 5종 염생식물의 생존전략과 군락구조 형성에 대한 요인을 밝히기 위하여 유묘출현률, 생물량, 길이생장 및 발아 등을 조사하였다

II. 조사내용 및 방법

<1> 조사지 개황

본 연구의 조사지는 전라북도 군산시 대야면 지경리 신창동(35°53' 16" N, 125°47' 21" E)에 염생식물군락이 형성되어 있는 지역을 선정하였다(Fig. 1).

만경강은 전라북도 완주군 동산면 월정산에서 발원하여 소양천과 전주천을 합류하고, 옥구군 미성읍과 김제군 광활면에 이르는 연장 98.5km, 유역면적 1,603km²의 강이다. 하폭은 하구로부터 만경대교까지는 약 3km, 그보다 상류는 강폭이 좁아져서 삼각형을 형성하고 있다 하상구배는 1/2000 으로서 완만하며, 하구로부터 28km 구간은 조수의 영향을 받는 감조구역인데, 익산시 석난동에 설치된 백구정 제수문에 의하여 해수의 유입이 차단되고 있다.

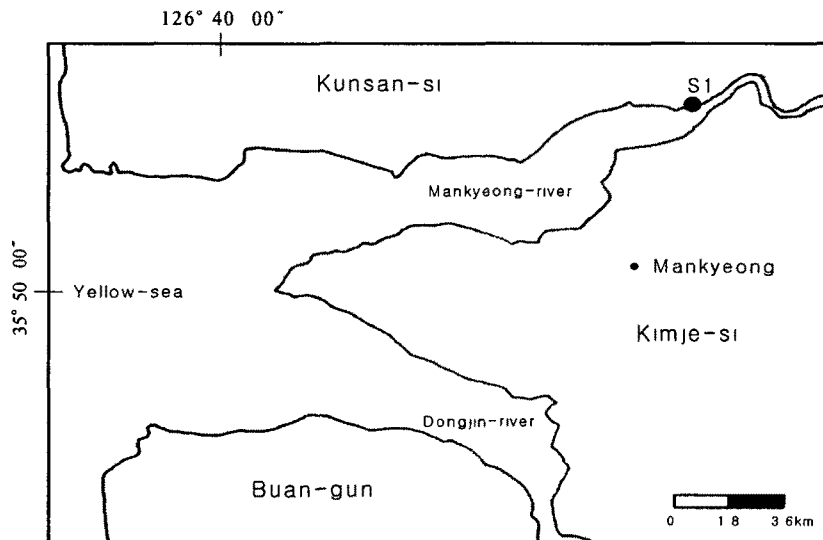


Fig 1. A map showing the surveyed sites (S1' Sinchangdong)

<2> 조사방법

1. 염생식물 조사

1) 현장 유묘출현률 조사

조사지역의 염습지에 분포하는 5종의 염생식물의 균질한 지역을 선택하여 2월 중에 1m×1m 방형구에 출현하는 단위 면적당 생존개체수를 측정하고 최대 개체수에 대한 측정시기의 개체수의 백분율로 산정하였다.

2) 생물량 조사

생물량은 조사지역내 1m×1m 방형구를 이용하여 식물의 지상부를 종별로 채취한 다음 폴리에틸렌 주머니에 넣은 후 실험실로 운반하여 이물질을 제거하고, 80℃의 건조기에서 항량이 될 때까지 건조시켜 무게를 칭량하였다.

2. 현장에서 생장률 측정

조사지역에 염습지에서 분포하는 균질한 2월~6월까지 현지에서 각 종별로 채집하여 폴리에틸렌 주머니에 넣어 실험실로 운반한 다음 지상부와 지하부의 길이를 측정하였다.

3 발아율 측정

조사지역 해안에 분포하는 염생식물인 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재 등의 발아에 미치는 온도, 염도 및 수위의 영향을 밝히기 위하여 다음과 같이 실험설계를 하고 처리구를 조합하여 화분수를 배치하였다

2004년 10~11월에 채취한 종자를 각각 20개의 플라스틱 화분(총 60개)에 50개씩 파종하여 growth chamber(Conviron 10H, 일주기 16h/8h, 상대습도 60%)내에서 다시 온도, 염도 및 수위처리를 한다

온도 처리구는 주야의 온도를 5℃/0℃±1℃(저온구)와 25℃/5℃±1℃(고온구)로 하여 각각 10개 플라스틱 화분으로 구분하고, 염도 처리구는 저온구와 고온구로 다시 구분하여 5‰ NaCl, 15‰ NaCl 및 25‰ NaCl 수용액을 가하여 각각 15개 화분으로 구분하였다

수위 처리수는 밑바닥에 많은 구멍을 뚫고 vermiculate를 담은 화분을 3cm 깊이의 물이 담긴 배트에 놓고 현장에서와 같이 조수의 침수횟수에 맞게 1일에 2회에 걸쳐 건조구는 1시간 30분의 침수를, 침수구는 3시간의 침수시간의 차이를 주어 수위와의 관계를 구분하였다. 이들 종자 발아 실험은 온도처리 2조합, 염분처리 3조합 및 수위처리 2조합으로 총 12 조합으로 이루어졌다.

이상의 발아 실험에서 매일 오전 10시에 유근이 육안으로 보이는 개체수를 발아된 것으로 간주하고 발아율을 계산하였다

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 염생식물 생육전략 규명

1) 현장에서 염생식물의 생육동태

(1) 염습지에서 유묘 출현

조사지역의 염습지에서 생육하는 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재 등 염생식물의 유식물 출현률을 측정하였다(Fig. 2).

유식물 출현률은 단위면적당 생존개체수를 측정하고 최대 개체수에 대한 측정시기 개체수의 백분율로 나타내었다.

칠면초의 유식물 출현률은 2월에 55%의 출현률을 보이다가 3월에 100%의 최대 출현률에 도달한 후 4월에 97.3%, 5월에 62.2%로 감소하다가 6월에 58.8%로 서서히 감소하였다

통통마디는 2월에 57.1%로 출현하여 3월에 93.2%, 4월에 100%의 최대 출현률에 도달한 후 5월에 89.1%로 감소한 다음 6월에 62.5%로 급격히 감소하였다

가는갯능쟁이는 2월에 51.6%로 출현하여 3월에 100%로 최대 출현률에 도달한 후 4월에 84.4%로 감소한 다음, 5월에 30.6%로 급격히 감소하다가 6월에 67.2%로 증가하였다

갯개미취는 2월에 1.6%로 낮은 출현률을 보이다가 3월에 54.8%로 높아져 4월에는 100%에 도달한 다음 5월에 69.6% 감소하다가 6월에 82.7% 출현률을 보였다

나문재의 경우 2월에 90.5%의 높은 출현률을 보이다가 3월에 81.5%, 4월에 81.5%, 4월에 83.3%로 높아지다가 5월에 100% 최대 출현률을 보이고, 6월에 82.1%까지 감소하는 경향을 보였다

칠면초는 준동시성 발아형으로 첫 출현시기가 2월 18일로 가장 빠르며 40일 이내에 최대 출현률에 도달함으로써 다른 종보다 먼저 영역을 확보하는 전략을 가지며, 통통마디는 연속성 발아형으로 유식물 출현이 나타난 후 60~80일 기간내에 발아가 거의 마무리되는 특성을 가졌다. 나문재와 갯개미취는 연속발아형과 준동시성 발아형으로 첫 유식물 출현한 후 최대 출현율이 나타나는 기간이 30~90일 이내로 발아가 모두 이루어지며 외부요인이 유리할 때 높은 발아률로 경쟁이 유리한 조건을 갖추고 있다

염생식물의 서식지역이 동일한 장소에서는 유묘 출현시기가 빠른 종은 중간경쟁

에 유리한데(Fischer and Miles, 1973), 본 조사에서 칠면초가 가장 먼저 출현하여 공간을 점유함으로써 다른 종보다 유리하며(Ross, 1968), 안전영역을 차지하는데 중요한 의의를 가질뿐 아니라(Harper, 1977, Mack and Harper, 1977), 저위염습지의 빈번한 조위구배환경에 정착하는데 유리한 것으로 사료된다 통통마디는 조석작용이 빈번하고 불안정한 저토환경에서 정착하는데 유리한 전략을 가지고 있다

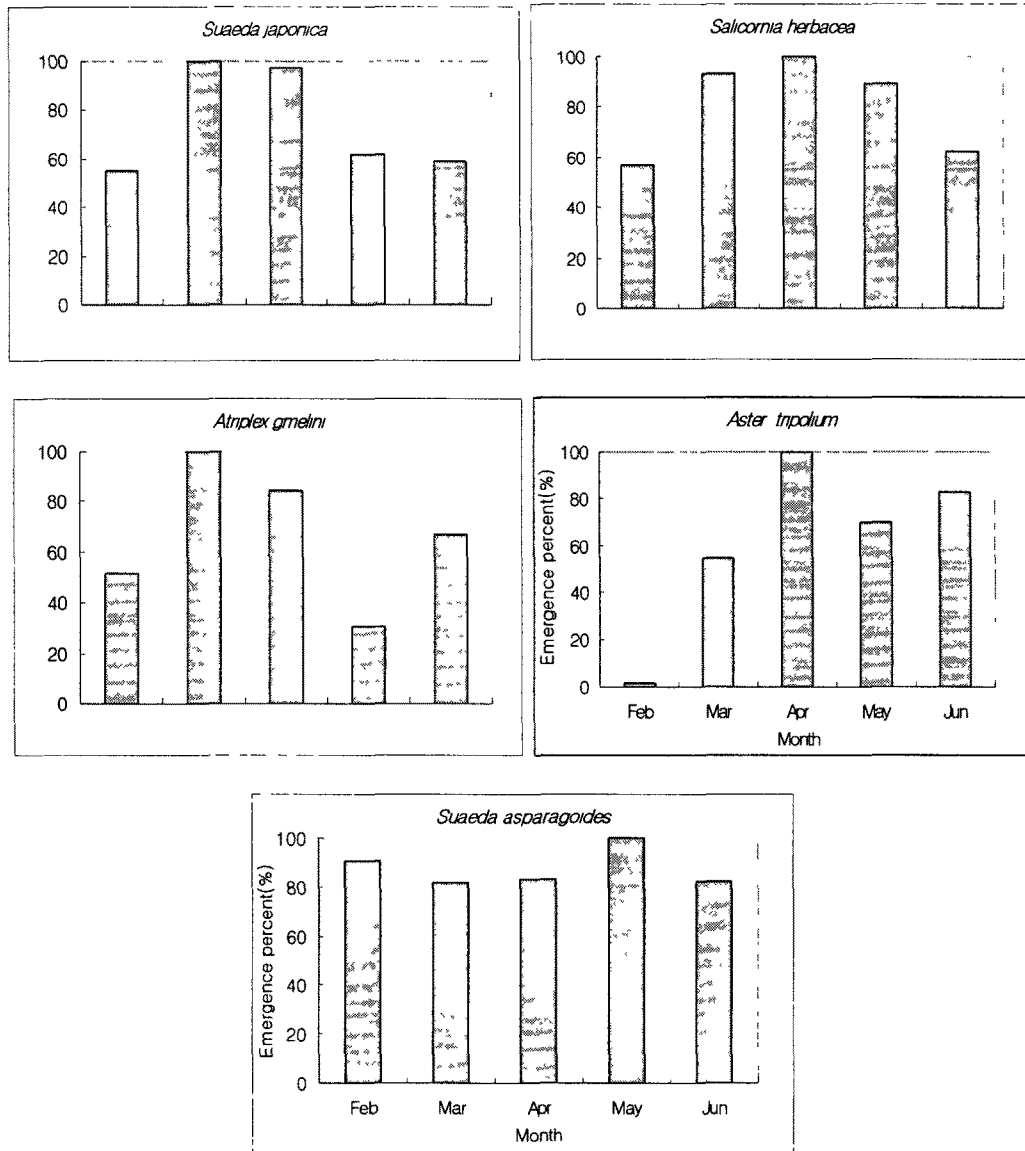


Fig 2 Germination percentage of the five halophytes seeding for the period of February to June in 2005

(2) 염생식물의 생물량

칠면초와 통통마디의 생물량은 2월, 3월에 각각 24, 1.2gDW/m²와 58, 4.6gDW/m²로 서서히 증가하다가 5월 이후에는 생육상태에 따라 생물량이 26.8, 22.4gDW/m²로 크게 증가하였다(Fig. 3).

가는갯능쟁이와 나문재의 생물량은 2, 3월에 각각 28, 38gDW/m²로 나타나다가 서서히 증가하여 6월 생물량은 각각 64.6, 98.2gDW/m²으로 나타났다.

갯개미취는 2년생의 생활형으로 2, 3월에 생물량이 4.6, 6.8gDW/m²로 낮은 생물량으로 나타나다가 생육환경이 좋은 6월에 124gDW/m²로 급격히 증가하였다.

칠면초은 발아시기가 다른 염생식물보다 빨라 생물량의 지속적인 증가로 안정적인 경향을 보였으며, 통통마디는 성장 초기에 생물량이 낮으나 생육환경이 좋아진 5월 이후에 점차적으로 증가하는 경향을 나타냈다. 나문재는 성장초기에는 낮은 생물량을 보이다가 5월 이후에 급격히 증가하였으며, 갯개미취는 2년생으로 빠른 생육으로 5월 이후에 급격히 증가하였다.

따라서 저위염습지에 생육하는 칠면초는 유식물 출현이 다른 종에 비해 빨라 성장초기에 지표면에 착근함으로써 유리한 전략의 성장패턴을 가졌으며, 통통마디는 초기 유식물 출현이후 성장속도가 늦어 생물량이 서서히 증가하는 불안정한 성장전략의 패턴을, 나문재와 갯개미취, 가는갯능쟁이는 1~2년생의 생활형으로 빠르게 환경에 적응하는 많은 뿌리의 착근으로 성장후기에 안정된 환경에 유리한 전략의 성장패턴을 나타내었다.

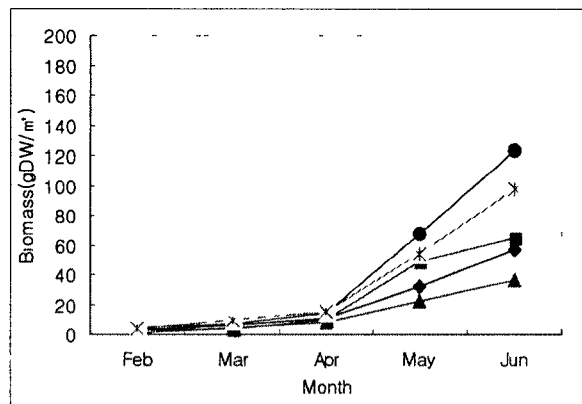


Fig. 3. Biomass of the five halophytes grown under study area for the period of February to June in 2005. (◆- *Suadeda japonica*, ▲- *Salicornia herbacea*, ■- *Atriplex gmelini*, ●- *Aster tripolium*, *- *Suadeda asparagoides*)

(3) 염생식물의 길이생장

칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재의 줄기 길이와 뿌리 길이를 측정하였다(Fig. 4, 5)

5종 염생식물의 줄기와 뿌리의 길이생장(Fig. 4)을 보면 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재는 초기 길이생장은 낮으나 기간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하는 안정적인 성장패턴을 나타냈다. 또한 뿌리의 길이생장은 칠면초는 초기정착을 위하여 빠르게 성장하는 패턴을 나타내며, 통통마디는 초기 생장이 느리나 6월에 높은 성장을 하는 경향으로 나타났다. 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재는 초기에 일정한 성장을 하다가 생육환경 조건이 좋아지는 6월 이후에 급격히 성장하는 안정적인 성장 패턴으로 나타났다

한편 염생식물 5종의 각 종별 줄기와 뿌리의 길이생장(Fig. 5)을 살펴보면, 칠면초의 줄기생장은 2월에 13mm, 3월에 16mm, 4월에 47mm로 서서히 성장하다가, 6월에 220mm로 급격하게 성장한 성장을 보였다. 반면, 뿌리 생장은 2월에 31mm, 3월에 58mm, 4월에 77mm로 초기에 줄기 성장속도보다 빠르게 성장하여 6월에 180mm로 성장하였다.

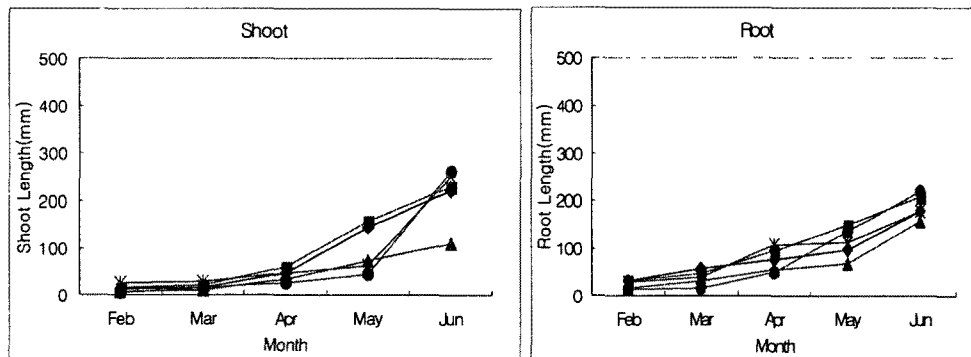


Fig 3 Seasonal changes of the shoot and root lengths of each five halophytes grown under study area for the period of February to June in 2005 (-◆-: *Suadeda japonica*, -▲-: *Salicornia herbacea*, -■-: *Atriplex gmelini*, -●-: *Aster tripolium* -*: *Suadeda asparagoides*)

통통마디의 줄기 생장은 2월에 8mm, 3월에 1mm, 4월에 33mm 서서히 성장하다가

6월에 110mm로 급격한 성장을 하였다 반면, 뿌리 생장은 2월에 9mm, 3월에 16mm, 4월에 48mm로 줄기 성장속도가 빠르게 성장하고, 6월에 86mm로 성장하였다

가는갯능쟁이의 줄기 생장은 2월에 15mm, 3월에 22mm, 4월에 60mm 서서히 성장하다가 6월에 230mm로 급격한 성장을 하였다 반면, 뿌리 생장은 2월에 31mm, 3월에 47mm, 4월에 94mm로 줄기 성장속도가 빠르게 성장하고, 6월에 210mm로 성장하였다.

갯개미취의 줄기생장은 2월에 6mm, 3월에 15mm, 4월에 27mm로 점차적으로 증가하다가 6월에 260mm로 성장하는 경향을 보였고, 뿌리의 생장은 2월에 12mm, 3월에 15mm, 4월에 51mm, 6월에 220mm로 2년생으로서 다소 빠르게 성장하였다

나문재의 줄기 생장은 2월에 27mm, 3월에 30mm, 4월에 48mm로 거의 일정하다가 6월에 250mm로 빠른 성장을 보였다. 뿌리 발달 역시 줄기 생장과 비슷한 양상을 보였다

칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재의 개체당 줄기와 뿌리의 건물 생장을 측정 한 결과(Fig 4), 칠면초는 2월, 3월에 뿌리생장이 빠르게 이루어지므로써 초기정착에 유리한 성장전략을 갖고, 통통마디는 2, 3월에 뿌리생장이 미약하여 초기 정착이 늦은 경향을 나타냈다. 가는갯능쟁이는 탈엽이 시작되는 중위엽습지에 생육하는 패턴을 갖고 있어 초기 생장이 서서히 이루어지며, 갯개미취는 2년생으로 시간이 흐름에 따라 급격하게 줄기와 뿌리의 생장이 이루어져 일년생인 다른 종보다 자원이용률이 훨씬 유리한 성장전략을 나타냈다.

나문재는 건조한 고위엽습지에 생육하는 서식패턴을 갖고 있어 뿌리발달이 줄기 성장보다 앞서는 성장 전략을 갖고 있다

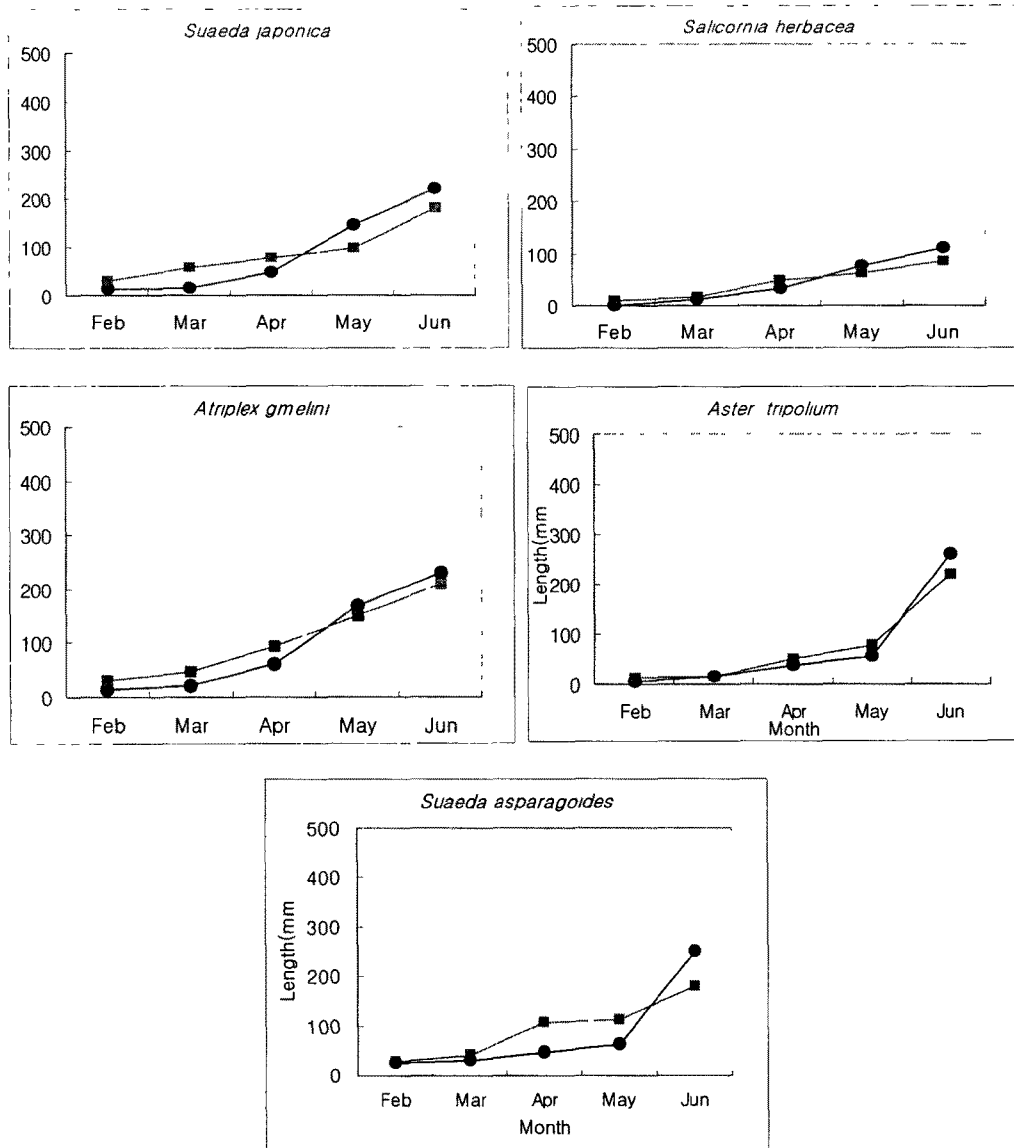


Fig 4. Seasonal changes of the shoot and root lengths of the five halophytes grown under study area for the period of February to June in 2005.(-●- shoot, -■- root)

염생식물의 뿌리의 생장으로 볼때 초기엔 빠르고 중기 이후에 서서히 증가하는 칠면초(1군), 초기엔 늦게 성장하다가 서서히 빠르게 성장을 하는 통통마디(2군), 서서히 증가하다가 중기 이후 크게 증가하는 가는갯능쟁이, 갯개미취(3군), 초기엔 일

정하다가 늦게 빠른 성장을 하는 나문재(4군)로 구분되었다

저위염습지에서 생육하는 칠면초는 유식물 성장 초기에 많은 뿌리를 지표면 가까이 넓게 뻗음으로써 지하수위가 높고, 함수량이 많은 환경에서 정착하는데 유리한 전략으로, 중위 염습지에 생육하는 가는갯능쟁이, 갯개미취와 통통마디는 성장 중기에 비교적 많은 뿌리를 내리고, 그 이후 계속해서 깊게 뻗어서 비교적 안정된 환경에 유리한 전략으로, 고위염습지에서 생육하는 나문재는 뿌리의 생장이 중기 이후에야 빨라짐으로써 지하수위가 낮고 염도가 낮은 환경에 적응하는 염생식물들의 성장 전략으로 사료된다.

2) 실험실 내 염생식물의 생육동태 검증

(1) 염도구배에 따른 염생식물의 발아율

해안 염습지에서 주기적으로 해수의 영향을 받는 환경을 고려하여 칠면초, 통통마디, 가는갯능쟁이, 갯개미취, 나문재의 종자를 건조구와 침수구로 나누고, 각 처리구 온도 조건은 5℃, 25℃로, 염도는 5‰, 15‰, 25‰로 처리하여 발아율을 측정하였다(Fig. 5, 6)

(2) 염도구배에 따른 건조구 저온상태의 발아율

건조구 5℃, 5‰ 처리구에서 칠면초는 초기에 높은 발아율을 나타내며 4일만에 86.7%까지 발아되었고, 통통마디는 처리 후 초기발아율은 낮으나 5일 만에 69.7%의 발아율을 보였다 가는갯능쟁이, 갯개미취와 나문재는 6일, 5일, 2일까지 발아되지 않다가 7일, 6일, 3일 각각 1.8%, 2.1%, 16.2%의 낮은 발아율을 나타내었다

건조구 5℃, 15‰과 25‰ 처리구의 발아율은 5‰처리구와 비슷한 양상을 나타내었으며 25‰ 처리구에서 칠면초와 통통마디가 3일, 2일까지 발아하지 않다가 4일, 3일만에 28.4%, 35%로 발아하였고 나문재는 5일만에 8.3%로 발아되었다. 그러나 가는갯능쟁이, 갯개미취는 발아되지 않았다.

(3) 염도구배에 따른 건조구 고온상태의 발아율

건조구 25℃, 5‰ 처리구에서 칠면초와 통통마디, 나문재는 44.7, 28.5, 22.5%로 초기에 높은 발아율을 보였으며, 최대발아율은 각각 8일, 9일, 10일만에 100, 100, 68.3%을 나타냈고, 가는갯능쟁이, 갯개미취는 처리후 3일만에 발아가 시작하여 일정하게 발아율을 나타내며 최대 발아율은 10일만에 48.3, 54.7%을 나타냈다

건조구 15‰와 25‰ 처리구에서 칠면초는 초기발아율이 18.5, 12.5%로 나타났으

며, 15% 처리구에서 10일만에 100%로 최대 발아율로 나타났다. 통통마디는 초기 발아율은 낮으나 5일 이후 62.5, 72.4%로 증가되는 높은 발아율을 나타냈다 가는갯농쟁이는 15%에서 3일만에 8.4%로 낮은 발아율로 나타나다가 일정한 발아율을 나타

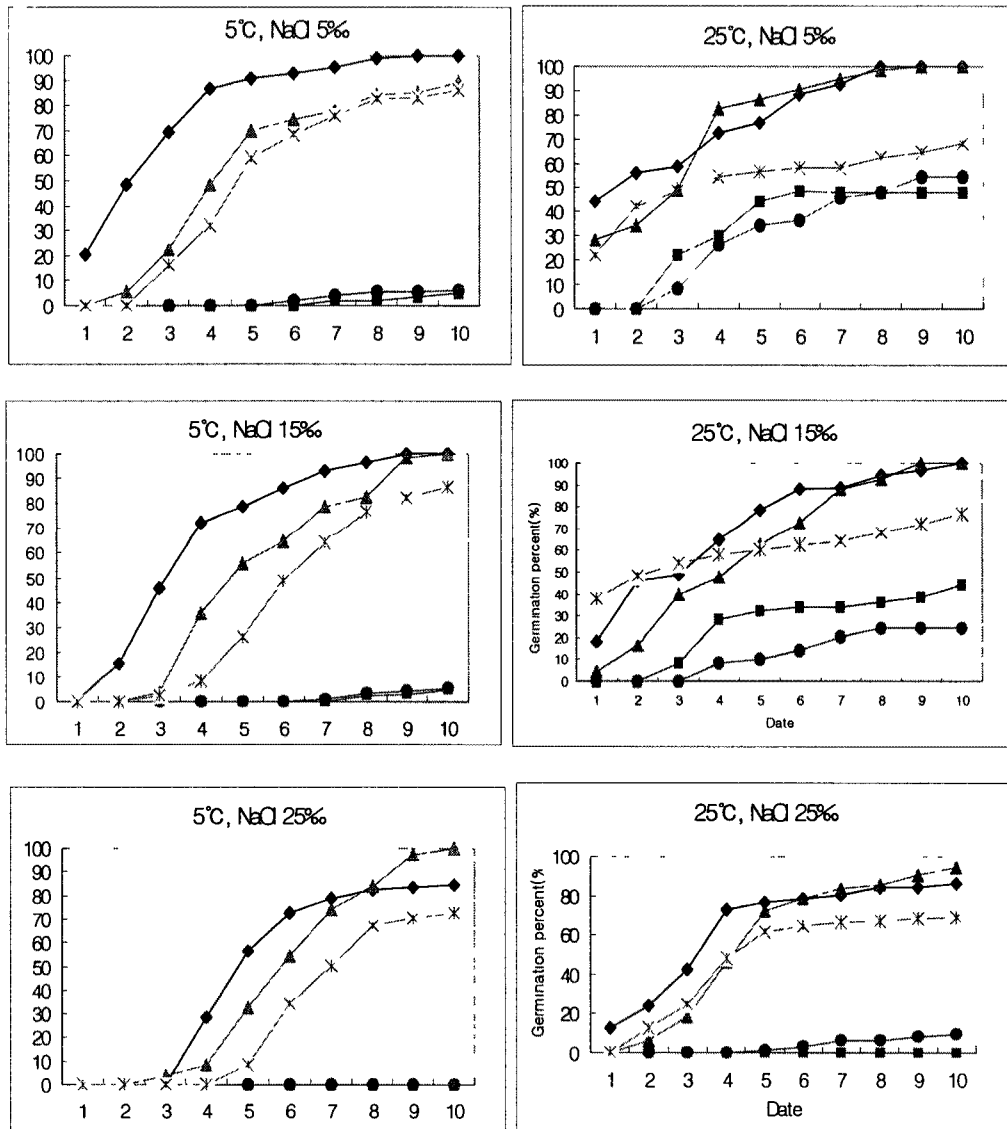


Fig. 5 Germination percentage of the five halophytes seeds under different saline concentration in dry conditions for 10 days.(-◆-: *Suadeda japonica*, -▲-: *Salicornia herbacea*, -■-: *Atriplex gmelini*, -●-: *Aster tripolium* -*-: *Suadeda asparagoides*)

냈으나 25%처리구에서는 발아하지 않았다. 갯개미취는 4일, 5일만에 83, 12%의 발아율이 나타나며, 7일 이후로 일정한 발아율이 나타났다. 나문재는 15% 처리구에서 38.3%로 비교적 높은 발아율이 나타나며, 5일 이후에는 일정한 발아율을 나타냈고, 25% 처리구에서 5일 61.3% 이후로 일정한 발아율이 나타났다.

(4) 염도구배에 따른 침수구 저온상태의 발아율

침수구 5℃, 5% 처리구에서 칠면초는 초기에 125%로 높은 발아율을 나타내며 7일만에 100%로 높은 발아율을 보였으며, 통통마디는 2일만에 발아하여 56%로 나타나 7일 이후에 일정한 발아율을 나타냈고, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 6일, 7일만에 2.7, 1.7%의 낮은 발아율을 나타냈다. 나문재는 3일만에 발아하여 26% 발아율을 나타내며, 8일 이후로 일정한 발아율로 나타났다.

침수구 15%과 25% 처리구의 발아율은 5% 처리구에서와 비슷한 양상을 나타내었으며, 칠면초는 높은 발아율을 나타내지만 25% 초기발아율은 낮아지는 경향을 보였고, 통통마디는 초기에 점차적으로 발아율이 높게 나타내며 25%에서는 5일 이후로 52.5% 높은 발아율을 나타냈고 가는갯능쟁이와 갯개미취는 25%에서는 전혀 발아하지 않았다. 나문재는 3일만에 발아하여 28.3, 4.3%로 나타내 8일 이후로 일정하게 발아율을 나타냈다.

(5) 염도구배에 따른 침수구 고온상태의 발아율

침수구 25℃, 5% 처리구에서 칠면초, 통통마디, 나문재는 초기 발아율이 44.6, 18.6, 26.3%로 나타내며 3일만에 70.6, 52.5, 64.3%까지 발아가 되었으며, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 2일과 3일만에 36.5, 31%로 발아율이 나타나며 5일과 6일 이후로 서서히 발아율이 증가하여 나타났다.

침수구 20℃, 15%과 25% 처리구의 발아율은 칠면초, 통통마디에서 20.5, 83%와 5.4, 0%의 초기 발아율을 나타나며, 10일만에 100, 78.3%와 100, 100%의 발아율을 나타냈고 가는갯능쟁이와 갯개미취는 15%에서 3일만에 22.3, 2.7%의 낮은 발아율을 보이다가 서서히 증가하는 경향을 나타냈다.

따라서 칠면초는 건조구와 침수구에서 저온보다는 고온에서, 고염도보다는 저염도 상태에서 초기발아가 잘 이루어진 결과 조수변화가 잦은 염습지에 적합한 발아조건이 조성됨으로써 침수횟수가 많은 저위염습지에 알맞은 성장전략을 보였고, 통통마디는 고염도 처리구에서 높은 발아율을 보임으로써 고염도 생육환경에서 높은 성장 전략을 나타냈고, 가는갯능쟁이와 갯개미취는 건조구와 침수구에서 발아율이

비슷하게 나타났으며, 나문재는 건조구에서 높은 발아율과 고염도에서도 발아율이 높게 나타났다.

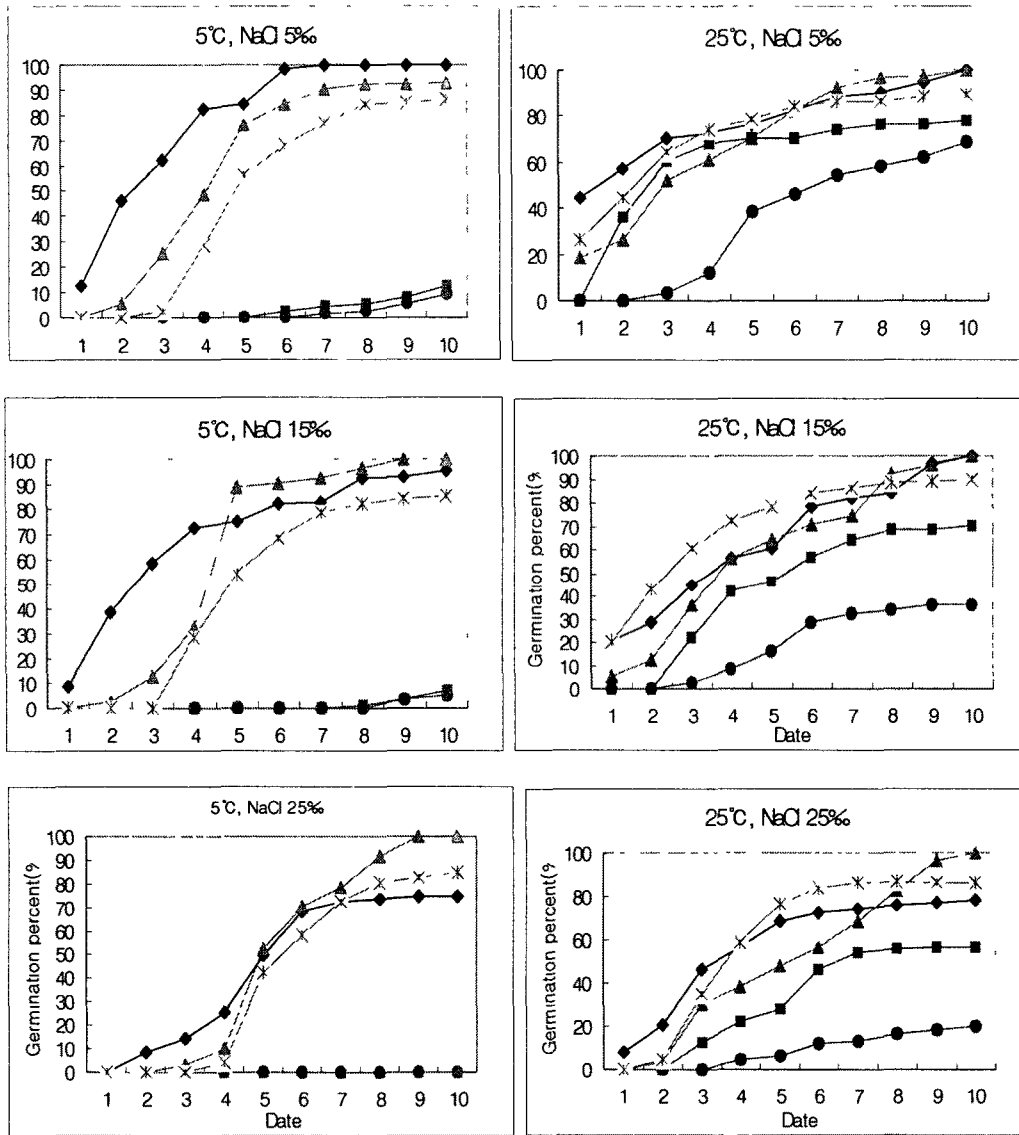


Fig. 6. Germination percentage of the five halophytes seeds under different saline concentration in inundation conditions for 10 days (-◆-: *Suaeda japonica*, -▲-: *Salicornia herbacea*, -■-: *Atriplex gmelini*, -●-: *Aster tripolium* -*-*: *Suaeda asparagoides*)

염습지의 수분상태는 조수의 횡수와 지형의 고도에 의해서 영향을 받는데 (Duever, 1982), 건조구의 발아율은 칠면초, 통통마디, 나문재, 갯개미취, 가는갯능쟁이 순으로 낮아졌으며, 침수구 발아율은 칠면초, 통통마디, 나문재 그리고 가는갯능쟁이와 갯개미취 순으로 낮아졌다.

이는 조수작용으로 계속적인 수분공급이 원활한 저위염습지에는 칠면초, 정기적인 수분공급이 적은 고위염습지에는 나문재, 부정기적인 조수작용으로 고염분 토양의 중위염습지에는 통통마디, 이들中间的 중위염습지에는 가는갯능쟁이와 갯개미취가 발아하여 정착하게 되는 성장전략으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김준민, 장남기, 이성규, 우택균. 1975. 인천 남동 해안에 있어서 간사지 토양의 염도 구배와 식물구배와 식물 분포에 관한 연구. 김준민박사 회갑기념논문집, pp.150-157.
2. 김준호, 민병미. 1983. 해안 염생식물군락에 대한 생태학적 연구 III. 인천 간척지의 토양환경 종의 다양성 및 염류순환에 대하여. 한국식물학회지 26(2):53-72.
3. 김철수. 1971. 간척지 식물군락형성과정에 대한 연구. 한식지 14:129-134.
4. 김철수, 송태곤. 1983. 해변 염생식물 군락에 대한 생태학적 연구(V) 한생태지 6:167-176.
5. 김철수, 임병선. 1988 한국 서해안 간척지 식생에 관한 연구. 한생태지 11:175-192
6. 민병미. 1985. 한국 서해안 간척지의 토양과 식생변화. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
7. 박인근 1970. 주안 해안의 염생식물 군락의 구조에 관한 연구. 서울대학교 교육대학원 석사학위논문
8. 오계철, 이근식. 1989 인천 소래 간식지내 두 개의 칠면초 개체군락의 차이에 대하여. 한생태지 12 133-144.
9. 이우철, 김상근, 김준민 1982. 한국해안식물의 생태학적 연구 강원대학교 생명과학연구소 보고서 pp6-13
10. 이점숙 1989. 만경강과 동진강 하구 염습지의 조위 구배에 따른 염생식물의 정

착에 관한 연구 서울대학교 박사학위 논문

- 11 임병선, 이점숙. 1986 염습지 환경변화에 대한 통통마디와 칠면초의 적응 한생태지 4:15-25.
12. 임병선 1987. 해안 간석지 토양 환경에 따른 식물의 분포와 생장 연안생물연구 4:71-79
13. 임병선 1989. 토양의 수분 포텐셜과 식물의 삼투조절능에 의한 해안식물군락의 분포. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
14. 임병선, 이기철, 이점숙, 서도성, 윤성명, 성치남, 양성렬 1998. 서남해안 갯벌생태계보고서. 환경부 221pp
- 15 최홍근, 김호준 1998. 시화호내 염생식물 분포에 관한 연구. 아주 자연과학지 3권 1호
- 16 홍순우, 하영칠, 최영길. 1970 고염도 토양에 있어서 몇가지 염생식물의 생태에 대하여. 한식지 13:25-32
17. 홍원식 1956. 한국 서해안 해변 식물 군락의 연구. I. 생물학회보 1:17-24.
- 18 Adams, D.A. 1963 Factors influencing vascular plants zonation in North Carolina salt marshes Ecology 44 445-456
- 19 Beeftink, W.G. 1977. The coastal salt marshes of Western and Northern Europe: An ecological and phytosociological approach In, Ecosystems of the World I. Beeftink, W.G.(ed.), Elsevier Sci Co., New York,
20. Buttery, B.R. and J M. Lambert. 1965. Competition between *Glyceria maxima* and *Phragmites communis* in the region of Surlingham Broad, I The competition mechanism. J. Ecol. 53:163-181.
21. Chaman, J.V. 1960 Salt marshes and salt desert of the world. Leonard Hill books. Ltd. London pp. 392
22. Crude, R.W. 1974 The adaptive nature of seed germination in *Nemophila menziesii* AGGR. Ecology 55:1295-1305.
- 23 Eillers, H.P. 1975. Plant communities, net production and tide levels-the ecological biogeography of the Nehalem salt marshes. Tillamook County, Oregon. Ph.D. Dissert., Oregon State Univ. Corvallis, OR
- 24 Grace, J.G and R.G Wetzal 1981. Habitat partitioning and competitive

- displacement in Cattails(*Typha*) experimental field studies *Amer. Nat* 118 463-474.
- 25 Harper, J.L. 1977. The population biology of plants. Academic Press, London, pp.684-694
 26. Mark, R.N. and J.L. Harper 1977. Interference in dune annulus, spatial pattern and neighbourhood. *J. Ecol* 65 345-363
 - 27 Miller, W.B. and F.E. Egler. 1950. Vegetation on the Ezudenquockpawcatuck tidal marshes Connecticut *Ecol. Monogr*20:143-172
 28. Misra, R.D. 1938 Edaphic factors in the distribution of aquatic plants in the English lakes *J Ecol.* 38:441-451
 29. Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development *Science* 162:262-270
 30. Ranwell, D.S. 1972. Ecology of salt marsh sand dune Chapman and Hall, London, pp 258.
 - 31 Ross, M.A. and J.L. Harper. 1972 Occupation of biological source during seedling establishment. *J. Ecol* 60 77-88.
 - 32 Rozema, J. 1975. The influence of salinity inundation and temperature on the germination of some halophytes and non-halophytes. *Oecologia Plantarum* 10 341-353
 33. Snow, J.A. and S.W. Vince. 1984. Plant zonation in an Alaskan salt marsh II An experimental study of the role of edaphic conditions, *J Ecol.* 71.669-684.
 34. Vince, S.W., I. Valiela and J.M. Teal. 1981. An experimental study of the structure of herbivore insect communities in a salt marsh. *Ecology* 62:1662-1678
 35. Waisel, Y. 1972. Biology of Halophytes Academic Press, New York, pp 395.
 36. Walter, H. 1968 Die Vegetation der Erde in Ökologischer Betrachtung Band I. Fisher Verlag, Jena (refer to Chapman, 1977).
 - 37 Wilson, S.D. and P.A. Keddy. 1985 Plant zonation of a shoreline gradient, physiological responses curves of component species *J. Ecol* 73:851-860